



Varmebehandling

Hansen, Tina Beck

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Hansen, T. B. (Author). (2015). Varmebehandling. 2D/3D (physical products), DTU Fødevareinstituttet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

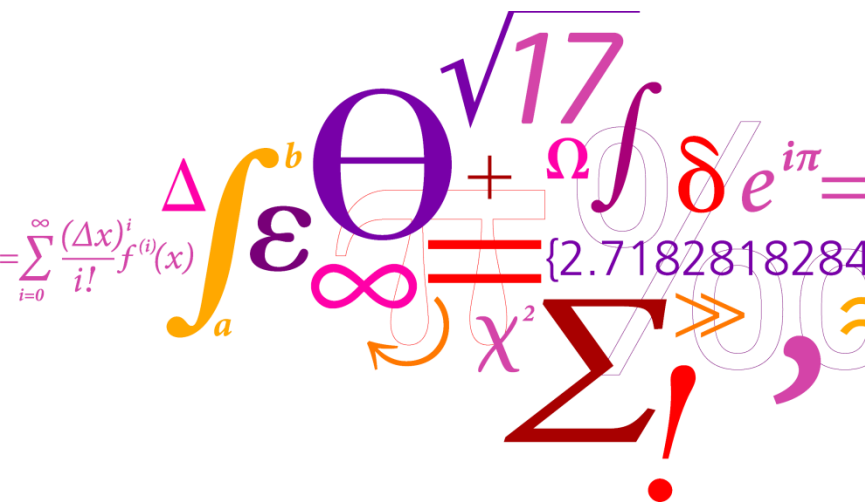
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Varmebehandling

Tina Beck Hansen

FVST, Kødspecialiseringskursus, 3. november 2015

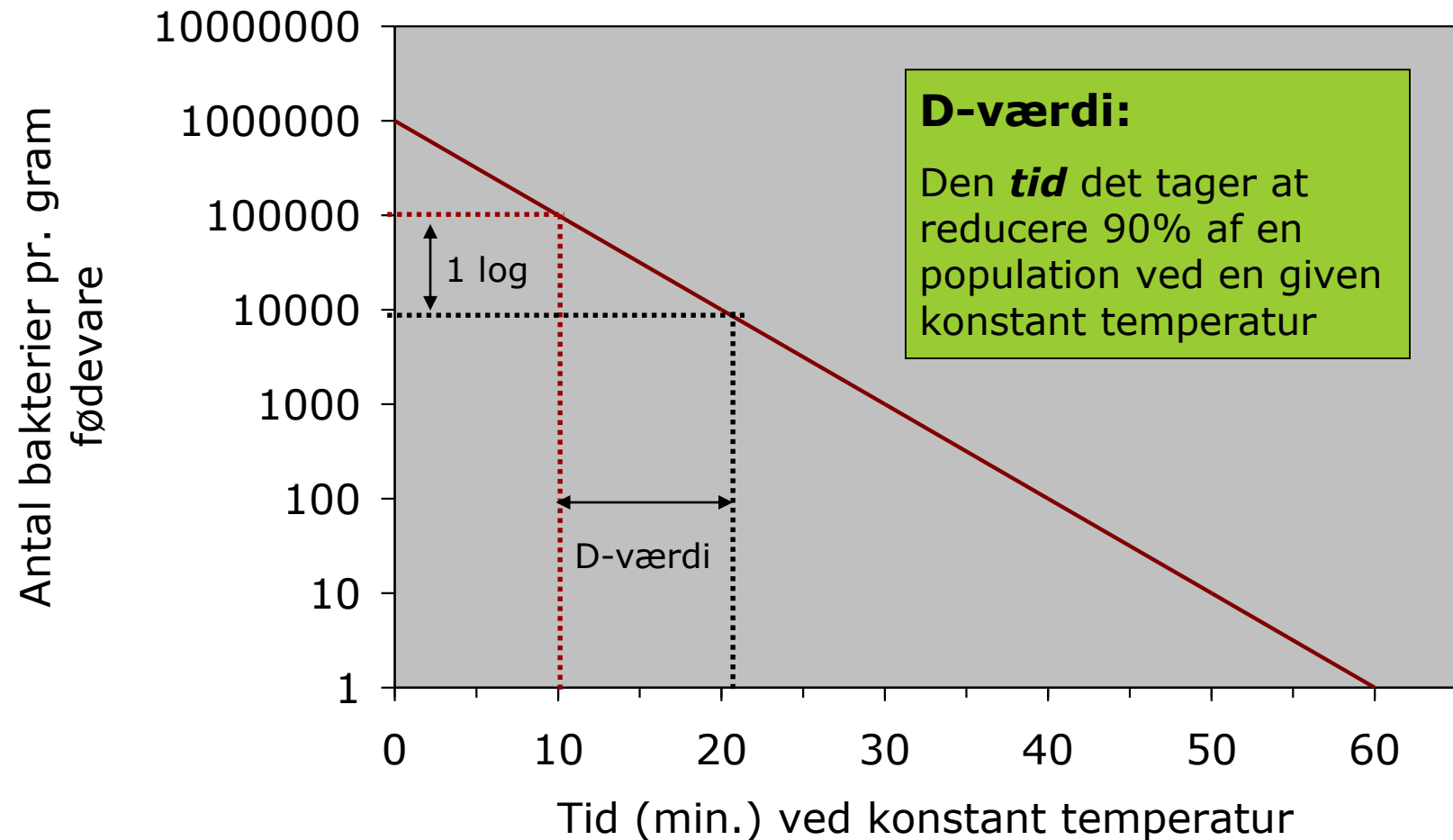
- Varmebehandlingsteori – hvad er det?
- Mikroorganismers varmetolerance
- Varmes drabseffekt
- Ækvivalente behandlinger
- Tilstrækkelig varmebehandling?
- Tilstrækkelig hurtig nedkøling?



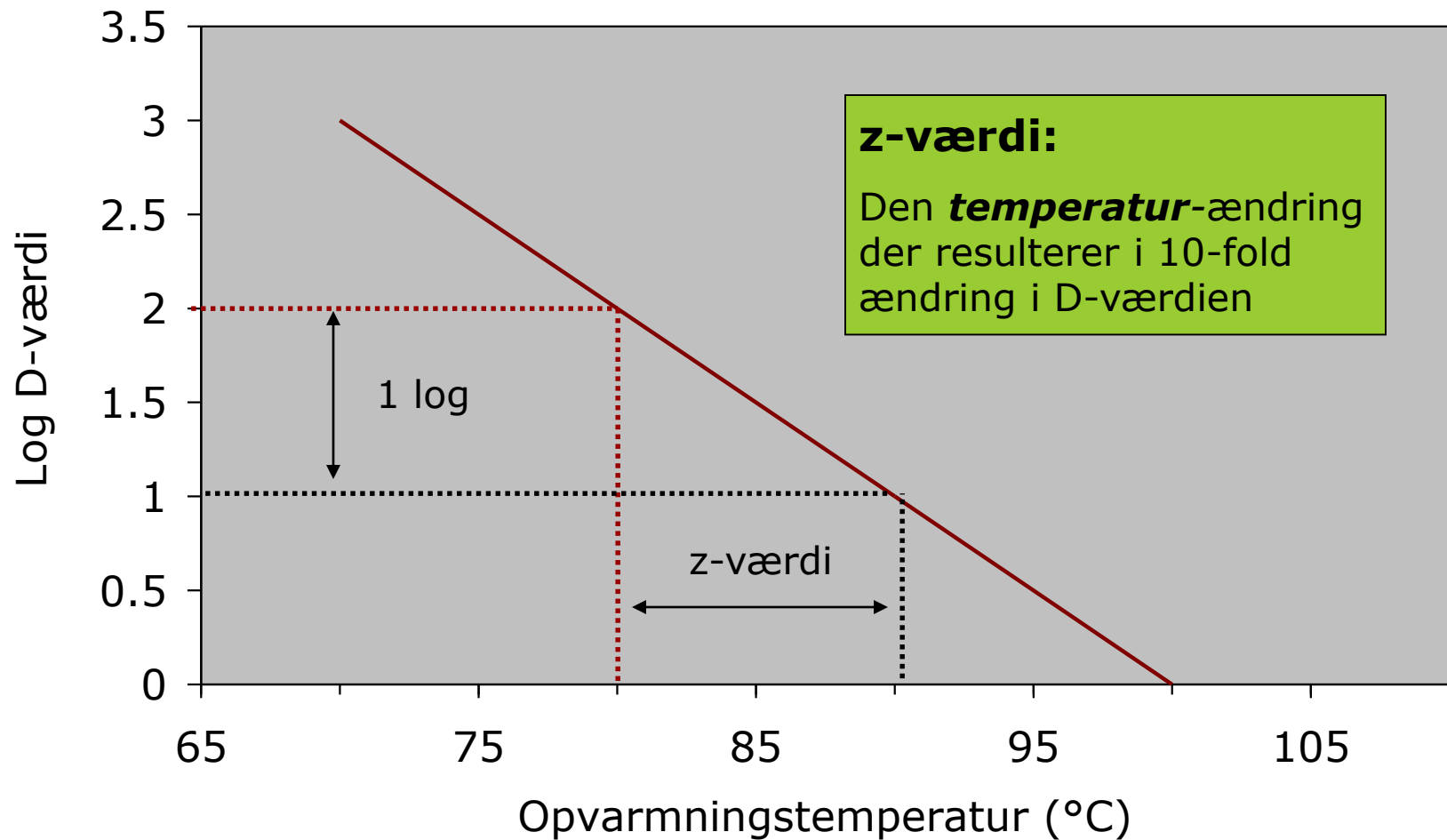
Vurdering af varmebehandling kræver viden om:

Fødevarebårne sygdomsfremkaldende & Varmebehandling mikroorganismer		
Egenskab	Varmetolerance	Drabseffekt
Beskrivelse med tal	D-værdi z-værdi	Pasteuriseringsværdi (PV)
Påvirkende faktorer	Mikroorganismen Fødevaren	Uens størrelse Starttemperatur Placering i ovn HTST > < LTLT

Varmetolerance – D-værdi



Varmetolerance – z-værdi



Varmetolerance - patogener

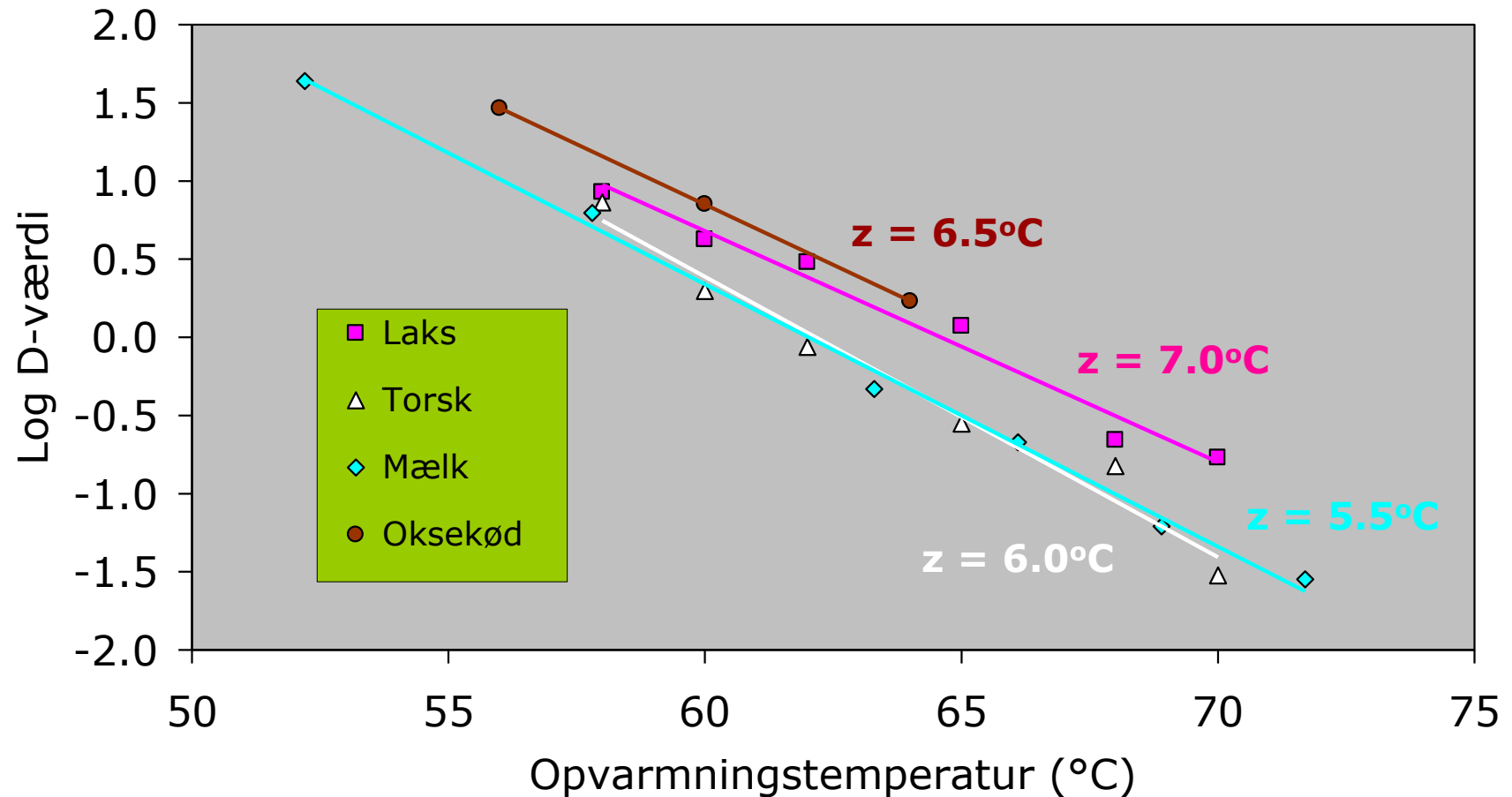
Lav varmetolerance	Moderat varmetolerance	Høj varmetolerance
4D v. 65°C < 1 min.	4D v. 65°C = 1-10 min.	6D v. 90°C ≥ 10 min.
Bakterier <i>Escherichia coli</i> <i>Campylobacter</i> <i>Shigella</i> <i>Vibrio</i>	Bakterier <i>Listeria monocytogenes</i> (6.1 min.) <i>Staphylococcus aureus</i> (3.8 min.) <i>Yersinia enterocolitica</i> (1.8 min.) <i>Salmonella</i> (1.1 min.)	Sporedannere <i>Clostridium perfringens</i> <i>Clostridium botulinum</i> <i>Bacillus cereus</i>
Skimmel Parasitter	Virus (1.5 min.)	

Varmetolerance – sporedannere

Inaktiverede	Temp. (°C)	Tid til 6D (min.)	Eksempel på overlevende sporedannere
Sporer LAV	90	10	<i>B. cereus</i> <i>B. licheniformis</i>
Sporer MEDIUM	110	15	<i>Cl. botulinum</i> type A, B <i>Cl. perfringens</i>
Sporer HØJ	115 120	10 4	<i>B. stearothermophilus</i> <i>Cl. sporogenes</i>
Sporer MEGET HØJ	120	>45	<i>Cl. thermosaccharalyticum</i>

Varmetolerance - fødevaren

Listeria monocytogenes

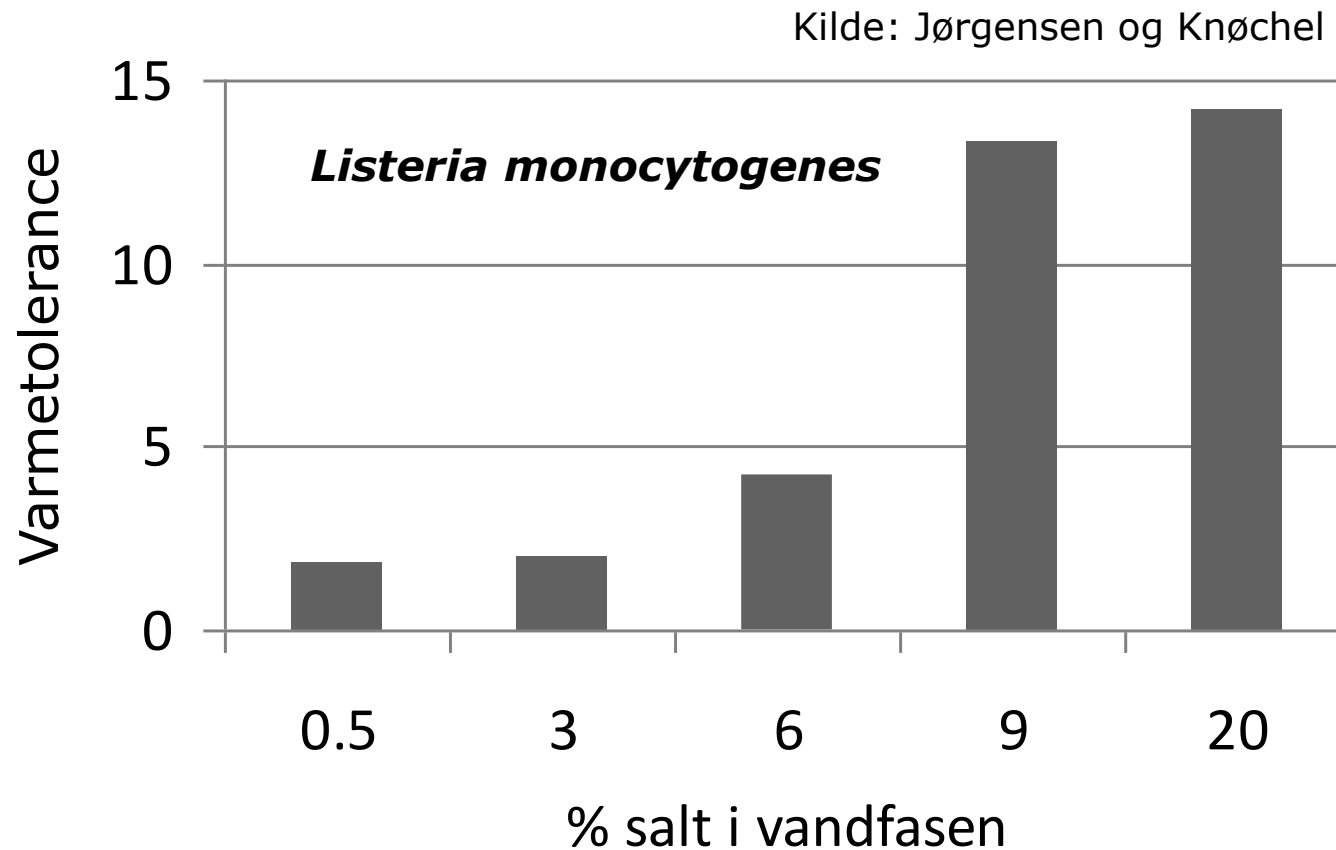


Varmetolerance – kødtype

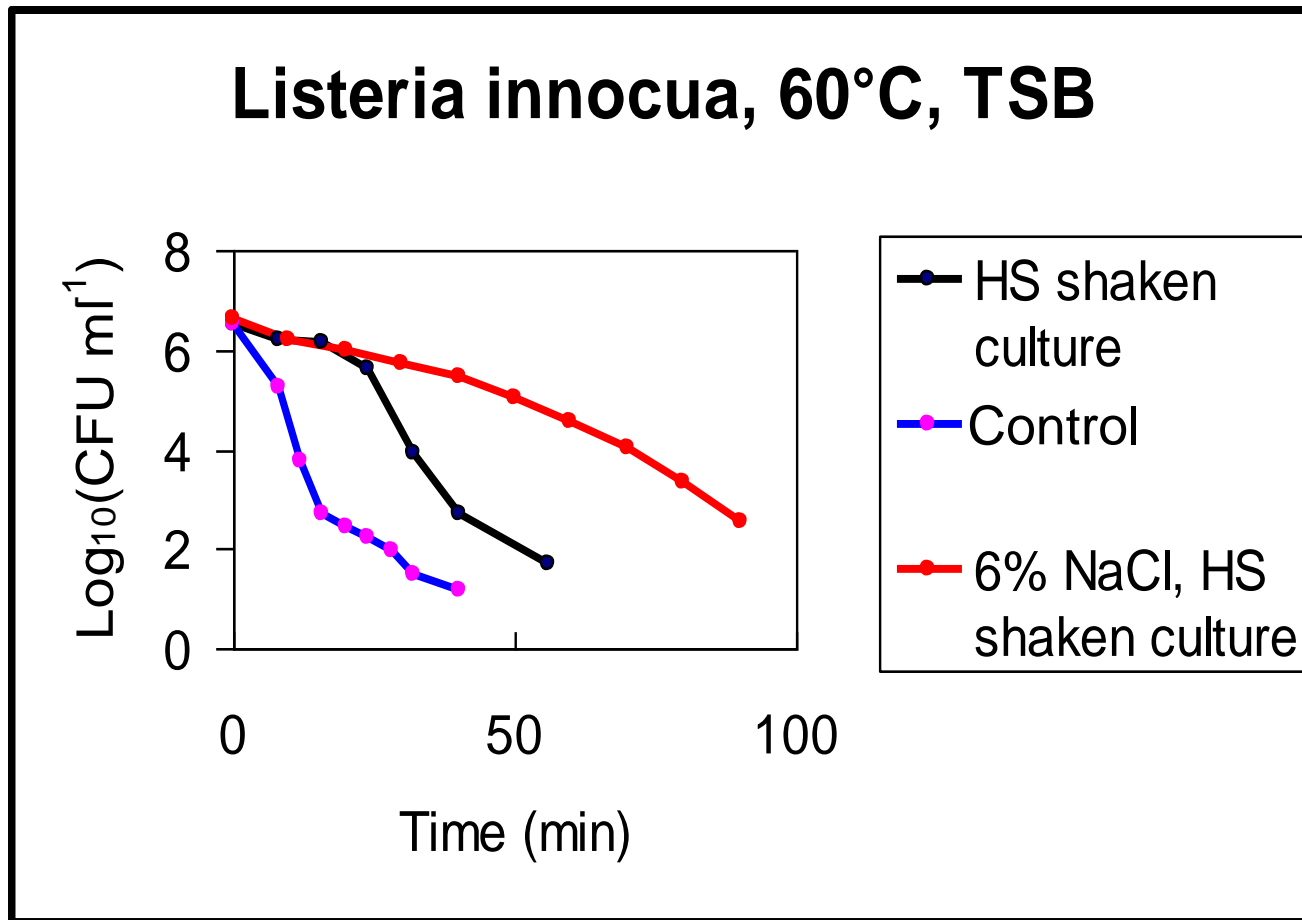
Listeria monocytogenes

Kødtype	D ₆₀ (min)	Z-værdi (°C)	Kilde
Okse	6,7	6,9	Hansen & Knøchel 1996: LAM 22:425
Okse, DFD	12,5	-	Jørgensen et al. 1999: FM 16:185
Svin	5,6	5,9	Murphy et al. 2004: JFS 69:FMS97
Kylling	8,7	6,3 – 6,7	Mackey et al. 1990: LAM 10:251

Varmetolerance – salt



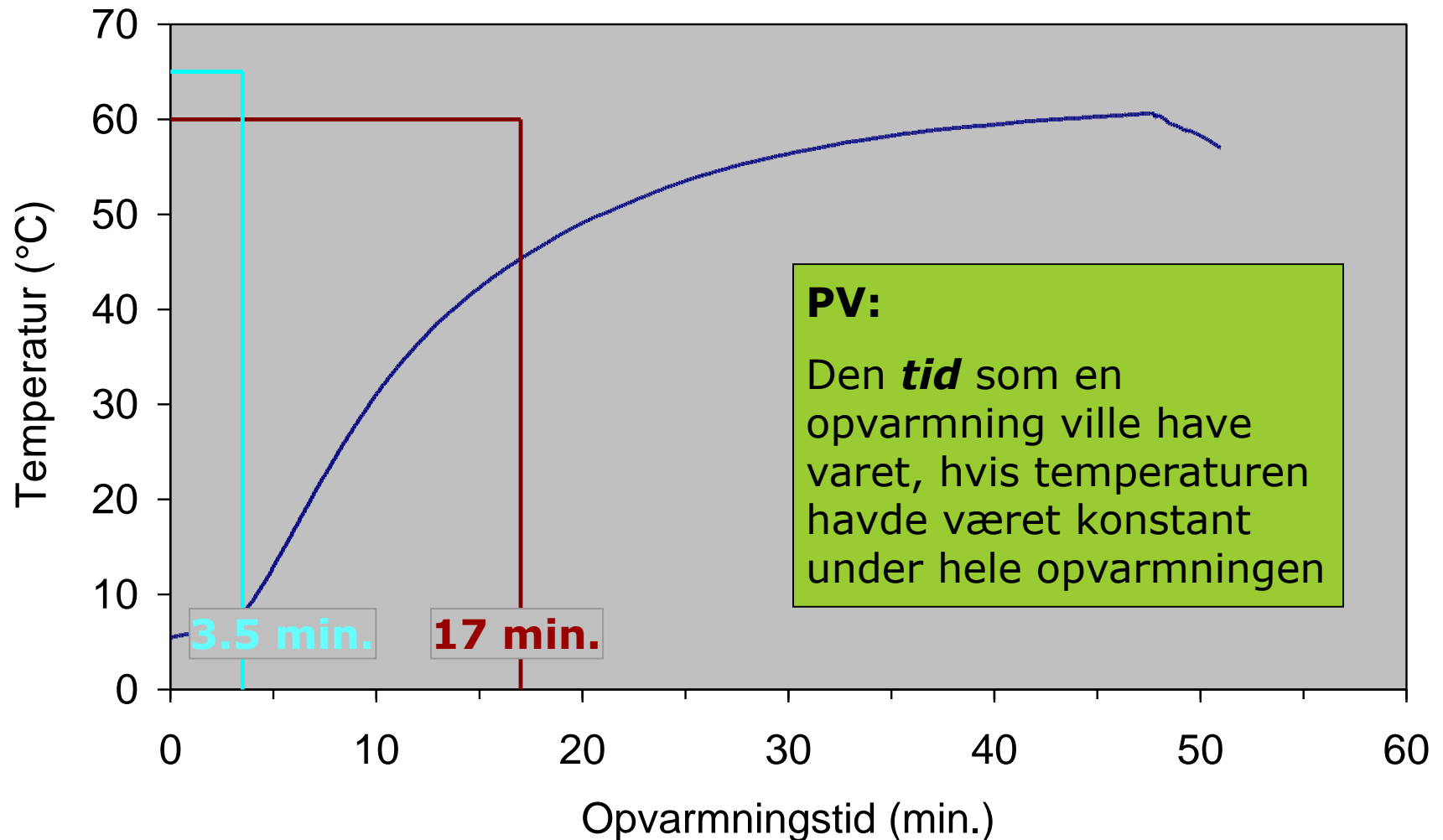
Varmetolerance – heat shock



Varmetolerance – *L. innocua* i svinekød

Faktor	Niveau	D ₆₀ (min)
Kød pH	Normalt (5,4-5,5)	5.3
	Højt (5,9-6,0)	8.4
Kød fedtindhold	15% tilsat fedt	6.2
	30% tilsat fedt	9.5
Saltindhold	3% NaCl i vandfasen	16.3
	6% NaCl i vandfasen	40.9
Opvarmningshastighed	Varme chok (46°C, 30 min)	10.4
	0,6°C pr. min. (pH 6.0)	14.3

Drabseffekt – P-værdi (PV)



Drabseffekt – beregning

F-værdi & PV:

Tid til opnåelse af drabseffekt ved en bestemt temperatur og z-værdi.

Drabseffekt af varmebehandling:

$$PV_{T_{ref}}^z = \sum_{start}^{end} 10^{((T - T_{ref}) / z)} \Delta t$$

T = Temperaturen i produktet

T_{ref} = Referencetemperaturen

z = z-værdi

t = Varmebehandlingstiden

Drabseffekt – uens størrelse

Diameter (cm) af roastbeef	PV ved 70°C, z=10°C (min.)
7,0	22
7,4	21
7,6	19
7,7	17
9,5	12
10,0	10

Drabseffekt – råvarens temperatur

Råvare- temperatur (°C) (Grønne bønner)	PV ved 70°C, z=10°C (min.)
-1	0,3
10 – 12	24
11 – 14	55

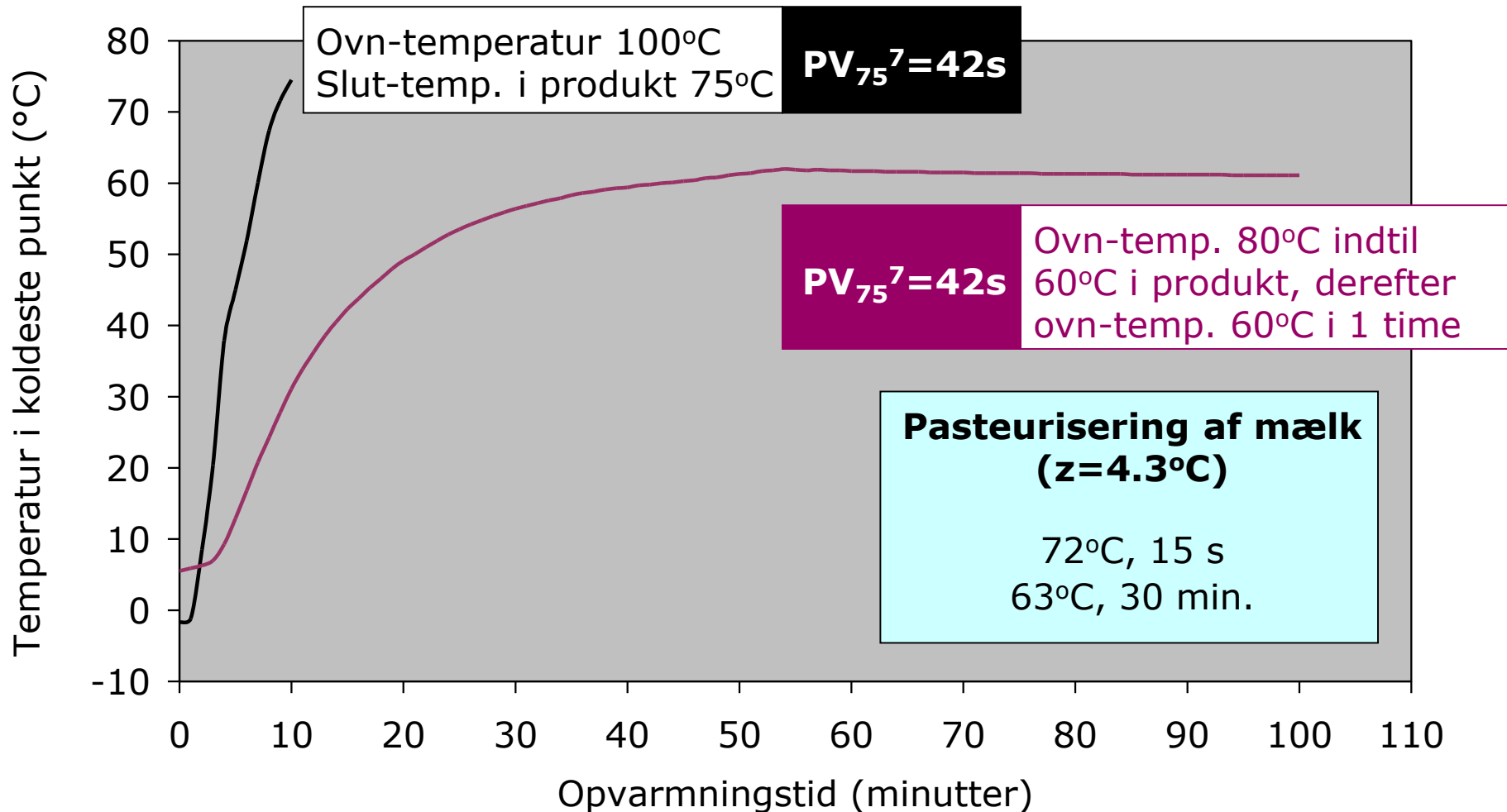
Drabseffekt – placering i varmekilde

Placering i vandbad (Spinat)	PV ved 70°C, z=10°C (min.)
I toppen	137 – 506
I midten	4 – 172
I bunden	432 – 500

Drabseffekt – HTST >< LTLT

Varme- behandling (Spinat)	PV ved 70°C, z=10°C (min.)
30 min. ved 90°C	4 – 506
15 min. ved 100°C	0,6 – 630

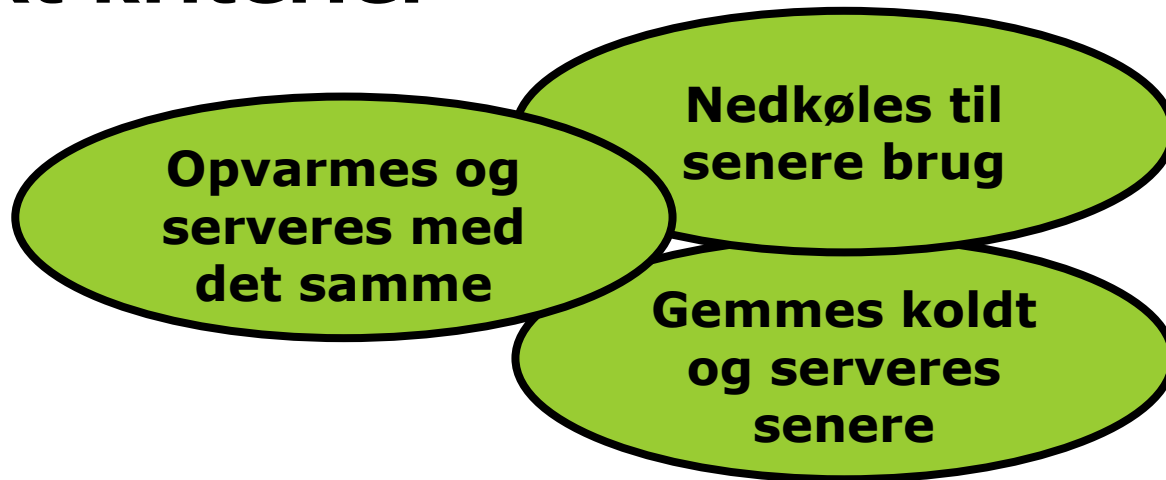
Ækvivalente behandlinger har samme PV



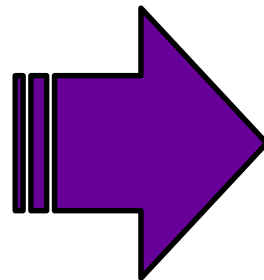
Tilstrækkelig varmebehandling?

Hvad mener I?

Tilstrækkelig varmebehandling – effekt kriterier



- Forekomst
- Antal
- Varmetolerance
- Vækst potentiale
- Farlighed
- Modtagelighed



L. monocytogenes – **4D**

Kilde: Hansen & Knøchel 2001, IJFM 63, pp. 135

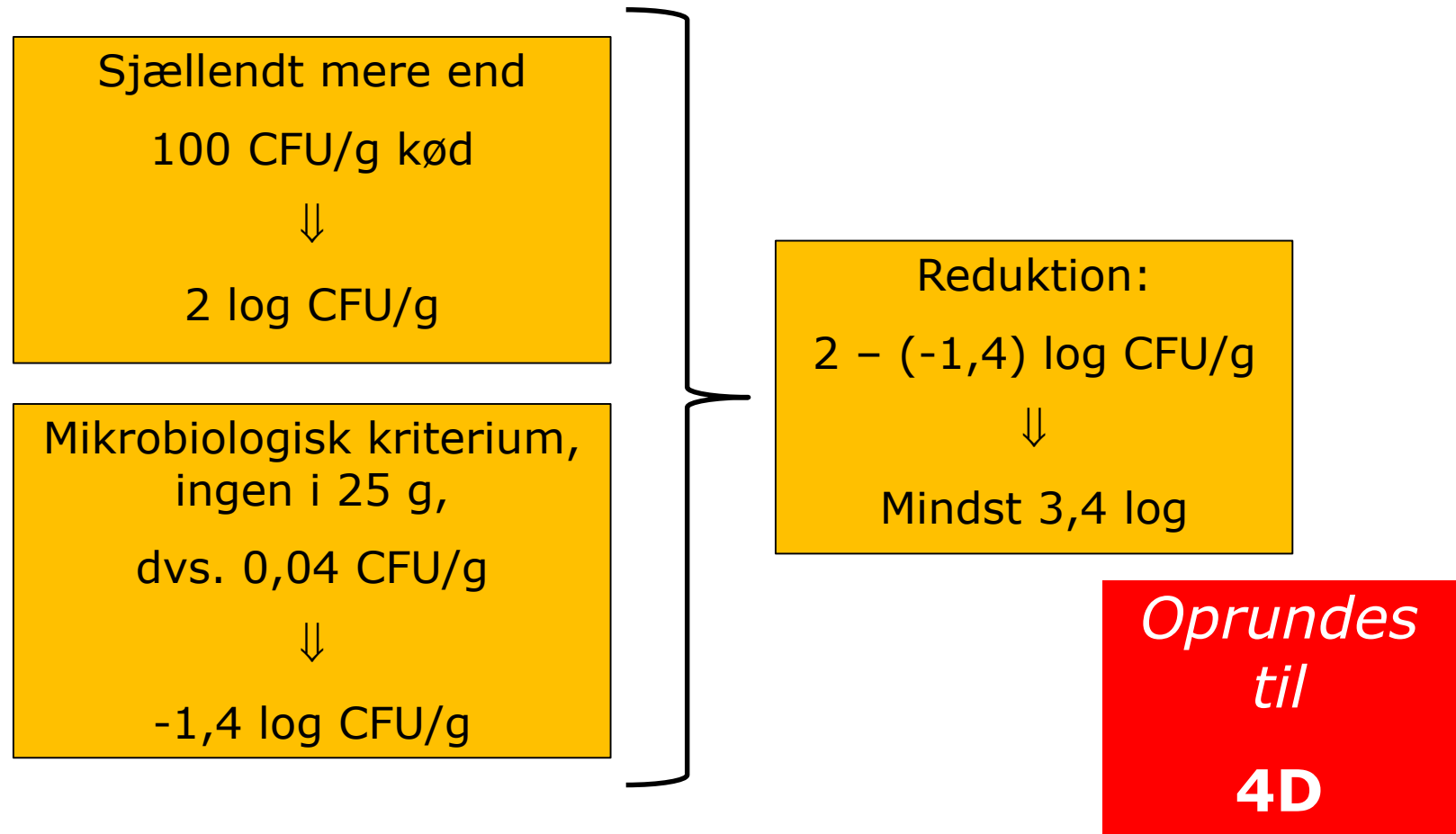
Cl. botulinum (kuldetolerante) – **6D**

Kilde: Peck 1997, Trends FST 8, pp. 186

Cl. perfringens – **1 log₁₀ stigning**

Kilde: Andersen et al. 2004, JFP 67, pp. 83

Effekt kriterium – *L. monocytogenes*



Effekt kriterium – *L. monocytogenes*

Varme- behandling	Grad af varmebeskadigelse		Dage til vækst ved 3°C		Dage til vækst ved 10°C	
			pH 5.6	pH 6.2	pH 5.6	pH 6.2
Start population	Skadet	0%	-	-	-	-
	Ikke-skadet	100%	>30	<10	<10	<10
1D – 2D	Skadet	95-99%	>30	>30	10-20	<10
	Ikke-skadet	1-5%	>30	>30	10-20	10-20
3D – 4D	Skadet	>99.9%	>30	>30	>30	>30
	Ikke-skadet	<0.1%	>30	>30	>30	>30

Kilde: Hansen & Knøchel 2001: IJFM 63: 135

Tilstrækkelig varmebehandling – forslag til proces kriterier

Eks. For produkter med holdbarhed ≤ 5 dage ved max. 5°C

Undtaget
produkter der
indeholder $\geq 3\%$
salt i vandfasen

$\geq 75^{\circ}\text{C}$

Kontrol af sluttemperatur der skal være **mindst 75°C** i koldeste punkt

$56 - 74^{\circ}\text{C}$

Kontrol af tid/temperatur profil der skal være **ækvivalent til 1 sek. v. 75°C ($z=5^{\circ}\text{C}$)** i koldeste punkt

Hvis tid/temperatur profil er mildere, kontrol af produktspecifik risikoanalyse og dokumentationsmateriale

$53 - 55^{\circ}\text{C}$

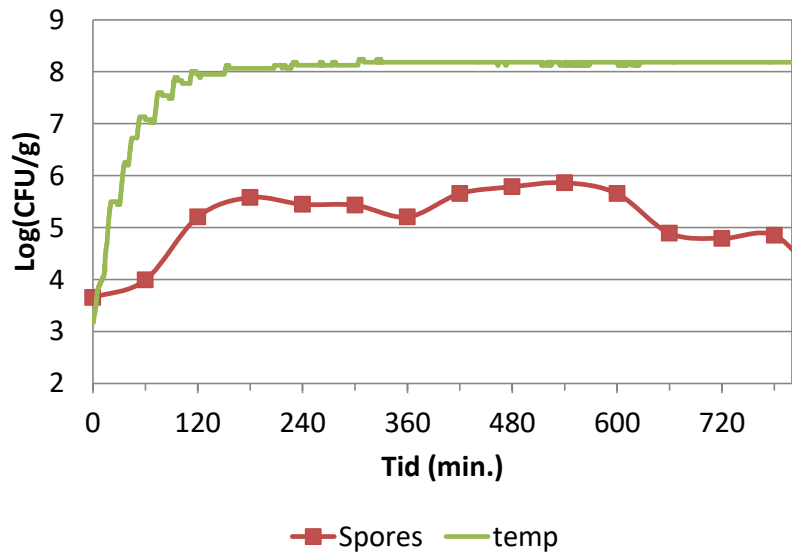
Kontrol af varmebehandlings-tid. Når der går **højest 90 min. til 53°C opnås, gælder ækvivalensprincippet ELLERS** skal der varmebehandles så evt. tilvækst af *C. perfringens* og *B. cereus* reduceres

Ækvivalens til 1 sek. ved 75°C (z=5°C)

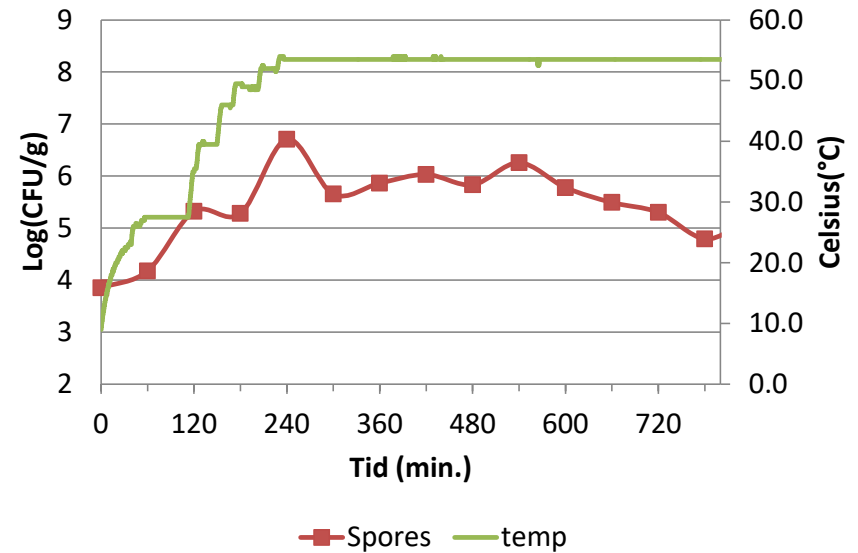
Temp. (°C)	Tid
72	4 sek.
70	10 sek.
68	25 sek.
67	1 min.
65	2 min.
64	3 min.
63	4 min.
62	7 min.
61	11 min.
60	17 min.
59	26 min.
58	42 min.
57	1 time
56	2 time

LTLT-området

**C. perfringens sporer hurtig LTLT profil i
kylling**



**C. perfringens sporer ved langsom LTLT profil
i kylling**



Tilvækst/reduktion af *C. perfringens*

Stigetid fra køl til 53°C (timer)	<i>C. perfringens</i> tilvækst (log-stigning)
1/2	<1
1	<1
1 1/2	<1
2	1
2 1/2	1,3
3	1,6
3 1/2	2,0
4	2,5

Knøchel & Hansen 2013

Varmetolerance – *C. perfringens*

LTLT behandling	Kødtype	D-værdi ved 53°C (min.)	Kilde
Hurtig*	Svin	216	Knøchel & Hansen 2013
Hurtig	Kylling	263	Knøchel & Hansen 2013
Langsom**	Svin	281	Knøchel & Hansen 2013
Langsom	Kylling	372	Knøchel & Hansen 2013
Konstant	Okse	278	Foegeding & Busta 1980

*Hurtig: < 2 timer til 53°C

**Langsom: ≥ 4 timer til 53°C

Eks. tid til 3D v. 53°C:

Svin: 11 – 14 timer
 Kylling: 13 – 19 timer
 Okse: Mindst 14 timer

Tilstrækkelig varmebehandling – design og kontrol

Design

1. Udpeg problem organisme
2. Find startniveau for problem organisme i produktet
3. Bestem antal nødvendige log-reduktioner
4. Find D- og z-værdi for problem organisme i sammenlignelig fødevare
5. Beregn nødvendig drabseffekt:

$$D_T \cdot \text{Log-reduktion} = nPV_T^z$$

nPV_T^z = nødvendig drabseffekt ved temperaturen T

D_T = D-værdi ved temperaturen T

Kontrol

1. Find det koldeste punkt i produktet
2. Mål tid/temperatur-forløb under processen i koldeste punkt
3. Bestem processens drabseffekt, oPV_T^z
4. Sammenlign oPV_T^z med nPV_T^z , hvis

$$oPV_T^z > nPV_T^z$$

er varmebehandlingen tilstrækkelig

Tilstrækkelig hurtig nedkøling?

Hvad mener I?

Udgangspunkt for vurdering af nedkøling

- At *Clostridium perfringens* **ikke** når et sygdomsfremkaldende antal

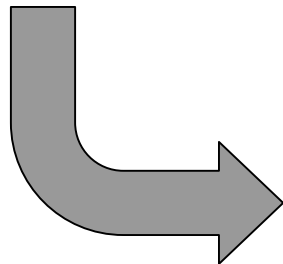
Kilde: Andersen *et al.* 2004, JFP 67, pp. 83

- At nedkølingen vil følge en eksponentiel kurve når omgivelsesbetingelserne er konstante

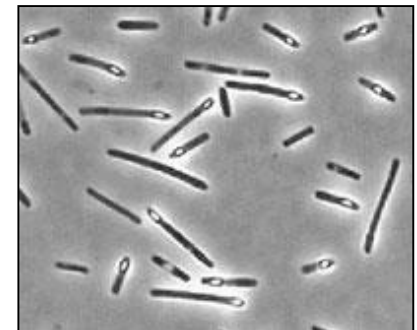
Kilde: Blankenship *et al.* 1988, AEM 54, pp. 1104

Grænse for vækst af *C. perfringens*

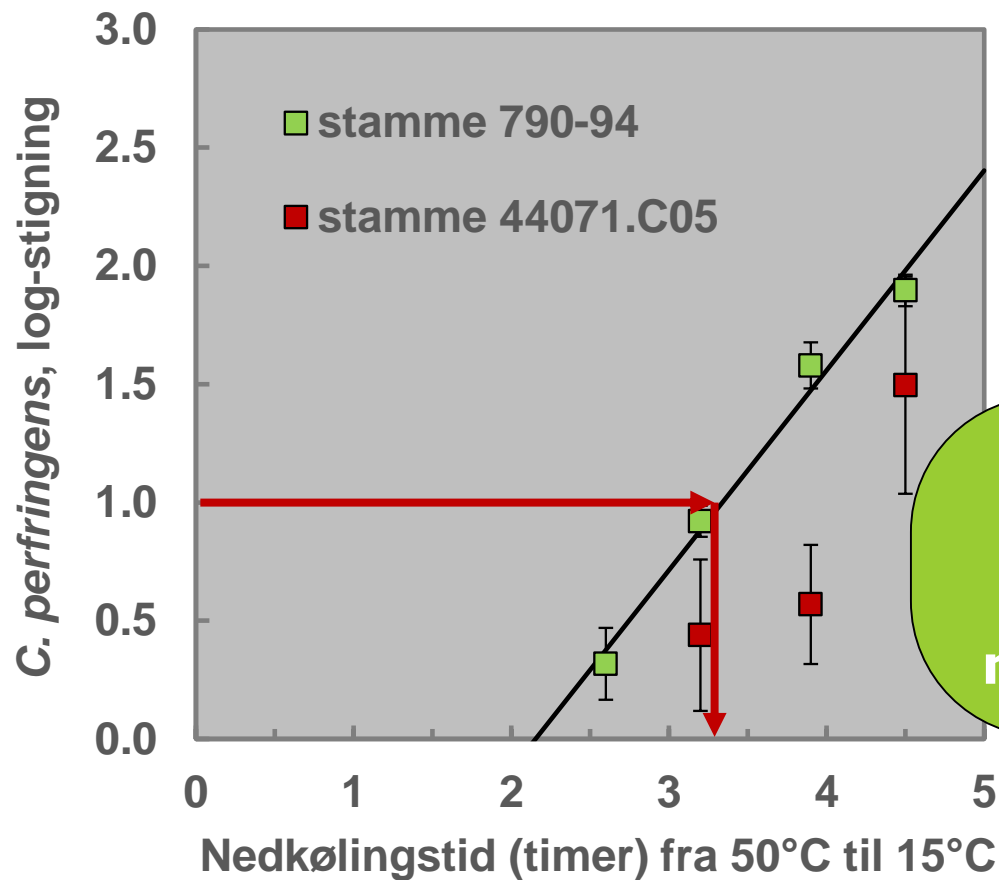
Forekomst – eksempler (USA statistik)	Antal	Sygdoms- fremkaldende antal
Fersk svinekød 66 % Fersk oksekød 25 % Fersk fjerkrækød 79 % Hakket kød 39 % Forarbejdede kødprodukter 81 %	<i>Typisk:</i> 1-1.000 pr. g <i>Maksimalt:</i> 10.000 pr. g	<i>Typisk:</i> >10 ⁶ bakterier <i>Minimum:</i> 100.000 pr. g



Værst tænkelige:
10 x opformering
~ 1 log-stigning



Kritisk grænse for nedkøling



Nedkøling
fra 50°C til 15°C
må maks. tage 3 timer

Forudsigelse af nedkøling

